


АГРОНОМІЯ

УДК 504.5:635.1/8

Особливості накопичення важких металів овочами за різного періоду їх вирощуванняРазанов С.Ф. , Вдовенко С.А. , Піддубна А.М.*Вінницький національний аграрний університет* Піддубна А.М. E-mail: piddubnaantonina@gmail.com

Разанов С.Ф., Вдовенко С.А., Піддубна А.М. Особливості накопичення важких металів овочами за різного періоду їх вирощування. Збірник наукових праць «Агробіологія», 2022. № 1. С. 107–113.

Razanov S., Vdovenko S., Piddubna A. Features of the accumulation of heavy metals in vegetables for different periods of their cultivation. «Agrobiologia», 2022. no. 1, pp. 107–113.

Рукопис отримано: 15.03.2022 р.

Прийнято: 30.03.2022 р.

Затверджено до друку: 24.06.2022 р.

doi: 10.33245/2310-9270-2022-171-1-107-113

Постановка проблеми та аналіз останніх досліджень. Овочівництво – важлива галузь сільськогосподарського виробництва, яка забезпечує населення асортиментом поживних харчових продуктів з високим вмістом біологічно активних речовин, які сприяють поліпшенню обміну речовин та забезпечують нормальний розвиток і функціонування організму людини, підвищуючи його стійкість до несприятливих чинників.

Статтю спрямовано на вивчення інтенсивності накопичення важких металів (кадмій, мідь, цинк) в овочах за різного періоду їх вегетації на темно-сірих опідзолених ґрунтах в умовах Тиврівського району Вінницької області.

Наведено результати досліджень з вивчення особливостей накопичення кадмію, цинку і міді в часнику, моркві та петрушці залежно від періоду їх вегетації. Для проведення досліджень було відібрано сорти: для часнику – Любаша, для моркви – Грета, для петрушки – Найда. Період висівання часнику, моркви і петрушки – 2020–2021 рр.: в осінній період – наприкінці жовтня та весняний – остання декада квітня. Для дослідження використано листя петрушки, коренеплоди моркви та головки часнику озимого. Відбір овочів проведено методом точкових проб з кожної партії осіннього та весняного посіву.

За результатами аналізу першоджерел визначено залежність овочевих культур від чинників навколишнього середовища, зокрема, агрокліматичних показників; особливості засвоєння овочами впродовж вегетації основних елементів живлення (азот, фосфор, калій); накопичення важких металів рослинами. У статті подано результати власних польових і лабораторних досліджень.

Виявлено, що вміст кадмію, цинку та міді у часнику сорту Любаша, моркві сорту Грета та петрушці сорту Найда не перевищував максимально допустимих рівнів ДСТУ–32 3395 як осіннього, так і весняного їх висіву. Виявлено, що вміст та коефіцієнт накопичення і небезпеки кадмію у часнику, моркві та петрушці за весняного строку сівби був вищим, а цинку і міді – нижчим порівняно з аналогічними овочами осіннього висіву.

Загалом, коефіцієнт небезпеки кадмію, цинку і міді у часнику, моркві та петрушці, вирощених на дослідних територіях, не перевищував показник 1,0, що свідчить про безпечний вміст важких металів у овочах.

Ключові слова: морква, петрушка, часник, кадмій, цинк, мідь, коефіцієнт небезпеки, коефіцієнт накопичення, концентрація.

Овочі містять вуглеводи, вітаміни, каротин, білки, мінеральні солі, ефірні масла, жир та ін. Серед мінеральних речовин високу цінність мають натрій і калій. Високий вміст натрію виявлено у таких овочах: буряк, редис, селера, цибуля-порей, а найвищий – у часнику (120 мг) та хроні (140 мг) [1].

Діапазон вмісту калію в овочах дуже широкий, здебільшого овочеві рослини накопичують 200–500 мг калію на 100 г. Овочі, вирощені

на піщаних ґрунтах, бідні на цей елемент. Найбільшу кількість калію містять диня, картопля, редька, часник, хрін, шпинат. Деякі сорти цих рослин можуть накопичувати його до 1000 мг, а у межах 300–500 мг – усі види капусти (особливо брюсельська), морква, ріпа, селера, щавель, зелений горошок, гриби та ін. [2]. У часнику, моркві, петрушці багато фітонцидів – важливих речовин з бактерицидними властивостями.

У зв'язку із високопоживними властивостями овочів попит на них зростає. Водночас підвищуються і вимоги до їх якості та безпеки.

Відомо, що якість і безпека продукції овочівництва залежить від екологічного стану навколишнього середовища, зокрема, стану ґрунтів, а також від інтенсивності опадів, температури та інших чинників, які впродовж останніх років мають нестабільний характер (різкі перепади температури, нерівномірність опадів), деградація ґрунтів внаслідок техногенного навантаження, що створюють різні умови вирощування сільськогосподарських культур, зокрема овочевих. За таких умов спостерігається різна інтенсивність надходження у рослини елементів живлення, а також транслокація токсичних елементів, які накопичуються у надмірній кількості, знижують якість та безпеку продукції [3]. Зважаючи на це виникає потреба у проведенні контролю за транслокацією токсикантів у продукцію овочівництва.

В Україні останніми роками в овочівництві займаються вирощуванням понад 70 різноманітних сільськогосподарських культур і рослин. Загальна площа під усіма видами овочів (без урахування картоплі) в середньому за 2014–2018 рр. становила майже 449 тис. га, а обсяги виробництва продукції – понад 9 тис. ц [4]. Розвивається овочівництво за трьома основними напрямками: товарне овочівництво відкритого ґрунту, зокрема фермерське, товарне овочівництво закритого ґрунту й овочівництво для власних потреб – присадибні ділянки [5].

Кожна технологія вирощування овочевих культур має свої особливості, однак за вирощування овочів є загальні проблеми, і правильні рішення можуть підвищити ефективність ведення галузі.

Овочеві культури більш вимогливі до умов вирощування – родючості ґрунту, вологи, тепла, освітлення, ніж польові. Це зумовило їх агротехніку й організацію вирощування.

Ріст і розвиток рослин, зокрема овочів, тісно пов'язані з умовами навколишнього середовища. Запорукою одержання високих урожаїв є уміння створювати умови, які відповідають вимогам рослин. Для отримання високої врожай-

ності рослин потрібно враховувати їх ставлення до чинників навколишнього середовища [6]. Сонячна енергія, тепло, вода, мінеральне живлення і газовий склад повітря – основні умови для життєдіяльності рослин. Так, температура ґрунту може істотно збільшувати чи зменшувати поглинання води й елементів мінерального живлення; збільшення кількості поживних речовин у ґрунті зменшує транспіраційний коефіцієнт; висока інтенсивність сонячної радіації призводить до підвищення температури, унаслідок чого посилюється дихання рослин, також можуть бути зміни у фотосинтезі. На кожному етапі росту і розвитку рослин їх вимоги до умов середовища різняться. Якщо для проходження фази набрякання насіння насамперед необхідна волога, то у фазі проростання визначальним стає тепловий, тимчасом у фазі появи сходів – світловий чинники [7].

Кількісно виражені зв'язки між чинниками клімату, з одного боку, і ростом, розвитком, зимостійкістю і формуванням урожайності, з іншого – є агрокліматичними показниками. Використовуючи їх, можна встановлювати ступінь сприятливості клімату різних територій щодо вирощування певних сільськогосподарських культур. За агрокліматичні показники потреби рослин у теплі за весь період вегетації або за окремі міжфазні періоди використовують суми позитивних, активних і ефективних температур. Вирощування культури вважається рентабельним, якщо вона забезпечена теплом не менш як на 80 %. Під час оцінювання термічних умов території враховують також такі показники як середня температура найтеплішого місяця, тривалість беззаморозкового періоду, терміни настання пізніх весняних і ранніх осінніх заморозків, їх повторюваність та ін. [7].

Для оцінювання умов зволоження території звичайно використовують середню багаторічну суму опадів і розподіл їх на території та в часі. В процесі утворення біомаси лише частина атмосферної вологи, яка надходить, витрачається рослинами на транспірацію. Об'єктивним критерієм оцінювання вологозабезпеченості рослин є порівняння фактичних запасів вологи з найменшою вологомісткістю ґрунту. Для оцінювання забезпечення території вологою використовують різні показники зволоження.

Овочеві культури характеризуються вибірковою здатністю засвоювати елементи живлення. Найбільше азоту з ґрунту забирають капуста цвітна, часник, горох, редька зимова та редиска, фосфору – капуста цвітна, часник і горох, калію – капуста цвітна, тепличний помідор, редиска, салат, шпинат, петрушка, перець і баклажан [3].

Для живлення овочевих культур також велике значення мають мікроелементи: бор, марганець, мідь, цинк, молібден, залізо, кобальт та ін. Нестача бору і марганцю погіршує плодоношення, збільшує опадання бутонів і зав'язі, знижує врожай плодів і насіння. Мідь посилює інтенсивність дихання, обмін вуглеводів у рослинах, особливо потрібно вносити її на торфових ґрунтах. Мікроелементи активізують дію ферментів, підвищують холодостійкість рослин, зменшують непродуктивні витрати вологи.

На початку росту коренева система молодих рослин краще засвоює азот, гірше – фосфор і калій. У разі тривалого зниження температури ґрунту і повітря засвоєння азоту і фосфору погіршується. Це негативно впливає на ріст і розвиток молодих рослин. Найбільшу кількість поживних речовин із ґрунту, зокрема азоту, рослини виносять у період максимального середньодобового приросту надземної маси. Цей період у скоростиглих культур у зоні Степу і Південного Лісостепу настає наприкінці весни, а на Поліссі – на початку літа. У пізньостиглих культур із тривалим вегетаційним періодом він припадає на червень–липень. У період формування продуктивних і репродуктивних органів підвищується вимогливість рослин до вмісту в ґрунті фосфору і калію. Ріст і розвиток овочевих рослин відбувається нормально, якщо в ґрунті є достатня кількість усіх елементів живлення. Нестача одного з них послаблює дію інших. Так, азот посилює ріст вегетативної маси і затримує плодоношення. Надмірне надходження його в рослини призводить до нагромадження в продуктивних органах нітритів, що знижує харчову якість продукції. Фосфор сприяє розвитку плодів і насіння, підвищує вміст цукрів, вітамінів і прискорює досягання врожаю. Калій посилює вуглеводний обмін, підвищує холодостійкість і стійкість рослин проти хвороб [6].

Поряд з корисними речовинами, які містяться у овочах, виявлено і речовини-токсиканти, зокрема важкі метали. Важливою проблемою залишається забруднення території такими важкими металами як свинець, кадмій, мідь і цинк. Ці хімічні елементи та їх сполуки є найтоксичнішими, оскільки вони не руйнуються у ґрунті та воді, а мігрують трофічним ланцюгом ґрунт → рослина → продукція → людина, і внаслідок спричиняють приховані негативні зміни в загальному обміні речовин в організмі людей, тварин [8, 9].

Виявлення важких металів та радіонуклідів у овочах має важливе значення для сільського господарства, особливо у районах з розвинутою промисловістю, де підвищується техногенне забруднення ґрунтів різними токсичними

елементами та їх сполуками. Свинець, ртуть, кадмій, миш'як і цинк вважають основними забруднювачами передусім тому, що вони дуже швидко накопичуються у навколишньому середовищі. У сільськогосподарському виробництві це призводить до погіршення якості продукції та зниження її продуктивності [10, 11].

Оцінювання інтенсивності забруднення ґрунтів важкими металами та вивчення особливості їх міграції в системі ґрунт → рослина дає змогу вирішити проблему нормування вмісту їх у рослинницькій продукції. Отже, визначення переходу важких металів із ґрунту в рослини має велике наукове і практичне значення.

Поглинання хімічних елементів трофічним способом через коріння із ґрунту є вищим, ніж поглинання їх листям. Значною мірою це залежить від особливостей будови листка рослини. Внутрішнім шляхом, тобто із ґрунту через кореневу систему, важкі метали потрапляють до рослин разом із поживними речовинами [12, 13].

Вплив важких металів у системі ґрунт → рослина залежить від виду і хімічних властивостей забруднювача, форм сполук важких металів у ґрунтах і їх трансформації, складу і властивостей ґрунту, біологічних та фізіологічних особливостей рослин, їх фенологічної фази.

Мета дослідження полягає у вивченні вмісту металів (кадмій, цинк, мідь) у петрушці, моркві, часнику за осіннього та весняного строків сівби.

Матеріал і методи дослідження. Дослідження з вивчення накопичення важких металів овочами (часник, морква, петрушка) за різного періоду їх вирощування проводили впродовж 2020–2021 рр. на темно-сірих опідзолених ґрунтах в умовах Тиврівського району Вінницької області.

Рельєф дослідного поля – рівнинне плато з пологими (1–2 °) схилами південно-східної та північно-західної експозиції. Водотривкі породи на території району залягають глибоко, через що рівень ґрунтових вод знаходиться на значній відстані від поверхні (понад 10–15 м), тому вони не впливають на ґрунтоутворення [14].

Щодо кількості опадів, регіон має періодичні посухи і належить до місцевості з нестійким зволоженням. Клімат району помірно континентальний з м'якою зимою й теплим вологим літом [15]. Відповідно до метеорологічних спостережень, основні показники кліматичних умов за період проведення досліджень (2020–2021 рр.) були сприятливими для вирощування овочевих культур.

Висівання часнику, моркви і петрушки проводили в осінній період (30.10) та весняний (22.04). Для дослідження використовували ли-

стя петрушки, коренеплоди моркви та головки часнику озимого. Відбір овочів проводили методом точкових проб з кожної партії осіннього та весняного посіву. Часник, морква та петрушка належали відповідно до сортів Любаша, Грета та Найда.

Визначення важких металів у овочах проводили методом атомно-абсорбційної спектроскопії відповідно до ГОСТ 30178-96 [16].

Коефіцієнт накопичення ($K_{\text{нак.}}$) у овочах розраховували за формулою:

$$K_{\text{нак.}} = C_p / C_n,$$

де C_p – концентрація забруднення речовин у овочах, мг/кг;

C_n – концентрація забруднюючих речовин у ґрунті, мг/кг.

Коефіцієнт небезпеки ($K_{\text{неб.}}$) важких металів у овочах розраховували за формулою:

$$K_{\text{неб.}} = C_p / \text{МДР},$$

де C_p – концентрація забруднення речовин у овочах, мг/кг; МДР – максимально допустимі рівні у овочах згідно з ДСТУ–3233-95 для часнику [17], ДСТУ–7035:209 для моркви [18] та ДСТУ 343-91 для петрушки [19].

МДР (максимально допустимий рівень для овочів) за кадмієм – 0,03 мг/кг, міддю – 5,0 мг/кг, цинком – 10,0 мг/кг.

Результати дослідження та обговорення.

Аналіз результатів досліджень (табл.1) показав, що концентрація кадмію в головках часнику, коренях моркви та листі петрушки за посіву у весняний період була вища на 65,1, 26,0 та 15,5 % порівняно з аналогічними овочами за осіннього строку сівби.

Концентрація міді в головках часнику, коренях моркви та листі петрушки за сівби у весняний період була нижча на 10,7, 18,7 та 36,2 % порівняно з осіннім.

Вміст цинку в цибулинах часнику, коренях моркви та листі петрушки, висіяних весною, був нижчим на 16,4, 30 та 26 %, ніж за осінньої сівби.

Порівнюючи вміст важких металів у головках часнику, коренеплодах моркви та листі петрушки з максимально допустимим рівнем згідно з ДСТУ необхідно відмітити, що перевищень їх не виявлено.

Так, вміст кадмію в головках часнику, коренях моркви та листі петрушки осіннього строку посіву був нижчим у 2,65, 6,52 та 5,1 раза порівняно з максимально допустимими рівнями ДСТУ.

Вміст міді і цинку в головках часнику, коренях моркви та листі петрушки осіннього строку сівби був нижчий у 8,4 і 1,98, 78 і 40, 23 і 97 разів порівняно з максимально допустимими рівнями ДСТУ.

У головках часнику, коренях моркви та листі петрушки весняного строку сівби вміст кадмію був нижчий у 1,62, 5,17 та 4,17 раза порівняно з максимально допустимими рівнями ДСТУ.

Вміст міді і цинку в головках часнику, коренях моркви та листі петрушки був нижчим у 9,4 і 2,36, 96 і 57 та 36 і 13,1 раза порівняно з максимально допустимими рівнями ДСТУ.

Аналізуючи коефіцієнт накопичення важких металів у овочах (табл. 2) необхідно відмітити, що цей показник залежав від періоду їх вегетації.

Таблиця 1 – Вміст металів у овочах, мг/кг

| Культура | Строк сівби | Кадмій | Мідь | Цинк |
|----------|-------------|----------------|--------------|-------------|
| Часник | Осінній | 0,0112±0,0002 | 0,595±0,001 | 5,05±0,02 |
| | Весняний | 0,0185±0,0001 | 0,531±0,001 | 4,22±0,01 |
| Морква | Осінній | 0,0046±0,00009 | 0,064±0,0004 | 0,247±0,002 |
| | Весняний | 0,0058±0,0002 | 0,052±0,0004 | 0,173±0,001 |
| Петрушка | Осінній | 0,0058±0,0001 | 0,215±0,0007 | 1,03±0,01 |
| | Весняний | 0,0067±0,00006 | 0,137±0,0006 | 0,76±0,02 |

Джерело: сформовано на основі власних досліджень.

Таблиця 2 – Коефіцієнт накопичення важких металів у овочах

| Культура | Строк сівби | Кадмій | Мідь | Цинк |
|----------|-------------|--------|------|------|
| Часник | Осінній | 0,051 | 0,99 | 5,4 |
| | Весняний | 0,084 | 0,88 | 4,5 |
| Морква | Осінній | 0,021 | 0,10 | 0,3 |
| | Весняний | 0,026 | 0,08 | 0,2 |
| Петрушка | Осінній | 0,026 | 0,35 | 1,1 |
| | Весняний | 0,030 | 0,22 | 0,8 |

Джерело: сформовано на основі власних досліджень.

Так, коефіцієнт накопичення кадмію в головках часнику, коренях моркви та листі петрушки за весняного строку сівби був вищим на 64,7, 23,7, 15,3 % порівняно з аналогічними овочами осіннього посіву.

Коефіцієнт накопичення міді і цинку в головках часнику, коренях моркви та листі петрушки весняного посіву, навпаки, був нижчим на 11,1 і 16,6, 20 і 30 та 37,1 і 27 % порівняно з аналогічними овочами осіннього строку сівби. Отже, вміст і коефіцієнт накопичення в головках часнику, коренях моркви та листі петрушки кадмію був вищим, а міді і цинку – нижчим за весняного посіву цих культур порівняно з аналогічними овочами осіннього строку сівби.

Результати досліджень (табл. 3) показали, що коефіцієнт небезпеки кадмію в головках часнику, коренях моркви та листі петрушки весняного строку сівби був вищим на 54, 26 та 15 % відповідно порівняно з аналогічними овочами осіннього посіву.

небезпеки кадмію коливався від 0,15 до 0,37, міді – від 0,012 до 0,12 та цинку – від 0,024 до 0,50, тимчасом у аналогічних овочах весняного посіву ці показники були в межах від 0,19 до 0,61; від 0,010 до 37,2 та від 0,017 до 0,42. Отже, коефіцієнт небезпеки кадмію, міді та цинку в головках часнику, коренях моркви та листі петрушки не перевищував показник 1,0, що свідчить про безпечний вміст важких металів у овочах.

Висновки. Встановлено, що вміст кадмію, цинку та міді в головках часнику, коренях моркви та листі петрушки, вирощених в умовах темно-сірих опідзолених ґрунтів на дослідних територіях Вінниччини, не перевищував максимального допустимих рівнів ДСТУ – 32 3395, 7035:209 та 341 – 91 як осіннього, так і весняного їх висіву.

Вміст та коефіцієнт накопичення і небезпеки кадмію в головках часнику, коренях моркви та листі петрушки за весняного строку сів-

Таблиця 3 – Коефіцієнт небезпеки важких металів у овочах

| Культура | Строк сівби | Кадмій | Мідь | Цинк |
|----------|-------------|--------|-------|------|
| Часник | Осінній | 0,37 | 0,12 | 0,50 |
| | Весняний | 0,61 | 0,10 | 0,42 |
| Морква | Осінній | 0,15 | 0,012 | 0,02 |
| | Весняний | 0,19 | 0,010 | 0,02 |
| Петрушка | Осінній | 0,19 | 0,043 | 0,10 |
| | Весняний | 0,22 | 0,027 | 0,07 |

Джерело: сформовано на основі власних досліджень.

Встановлено, що коефіцієнти небезпеки міді та цинку в головках часнику, коренях моркви та листі петрушки весняного строку сівби були нижчим на 16,6 і 16,1, 16,6 і 29,1 та 37,2 і 30 % відповідно порівняно з аналогічними овочами осіннього посіву.

Водночас необхідно відмітити, що в головках часнику, коренях моркви та листі петрушки осіннього строку сівби коефіцієнт

був вищим, а цинку і міді – нижчим порівняно з аналогічними овочами осіннього висіву (30.10).

Коефіцієнт небезпеки кадмію, міді та цинку в головках часнику, коренях моркви та листі петрушки, вирощених на дослідних територіях Вінниччини, не перевищував показник 1,0, що свідчить про безпечний вміст важких металів у овочах.

СПИСОК ЛІТЕРАТУРИ

- Захарчук О.В. Світовий ринок овочів та місце України. Агросвіт. 2018. № 3. С. 3–7.
- Антрапцева Н.М., Пономорьова І.Г. Пошук шляхів підвищення якості овочевої продукції. Вісник Харківського національного аграрного університету. Харків. 2014. № 6. С. 239–240.
- Терьохіна Л.А., Юрлакова О.М. Інноваційний шлях розвитку в овочівництві: матеріали міжнародної науково-практичної конференції. Інститут овочівництва і баштанництва НААН. Пляєда. 2017. С. 102–104.
- Кернасюк Ю. Ефективне овочівництво в Україні. Агробізнес сьогодні. 2019. URL: [http://](http://agro-business.com.ua/agro/ekonomichnyi-hektar/item/13931-efektyvne-ovochivnytstvo-v-ukraini.html)

agro-business.com.ua/agro/ekonomichnyi-hektar/item/13931-efektyvne-ovochivnytstvo-v-ukraini.html.

- Mogilnaya O.M., Rud V.P., Khareba O.V. Priority of scientific directions of software manufacturing of small views of vegetable plants in Ukraine. Vegetable and Melon Growing. 2018. Volume 64. P. 75–88.

- Яровий Г.І., Романов О.В. Овочівництво: навчальний посібник. Харків: ХНАУ, 2017. 376 с.

- Зимаросва А. Оцінка впливу кліматичних чинників на просторове варіювання середньої врожайності овочів у відкритому ґрунті в Поліській та Лісостеповій зонах України. Вісник Львівського

національного аграрного університету. Агрономія. 2020. № 24. С. 107–116.

8. Marinescu E. Assessment of heavy metals content in some medicinal plants and spices commonly used in Romania. *Farmacia*. 2020. № 68 (6). P. 1099–1105.

9. Razanov S.F., Razanova A.M., Àmons S.E., Gutsol G.V. Yield, chemical composition and the level of accumulation of heavy metals in the vegetative mass and seeds of milk thistle (*Silybum marianum* L.) in different types of organic fertilizer. *Ecology, environment and conservation*. 2021. № 27 (4). P. 1609–1617.

10. Рубежнюк І.Г. Порівняльна оцінка нормативів забруднення ґрунтів важкими металами в Україні та країнах ЄС. *Науковий вісник Національного університету біоресурсів і природокористування України. Біологія, біотехнологія, екологія*. 2016. Вип. 234. С. 228–238.

11. Бондарева О.Б., Коноваленко Л.І., Мілігула О.М. Міграція та накопичення свинцю і кадмію у ґрунті і рослинах під впливом добрив. *Агроекологічний журнал*. 2012. № 3. С. 20–23.

12. Гуцол Г.В. Моніторинг забруднення важкими металами ґрунтів сільськогосподарського призначення Лісостепу Правобережного. *Slovak international scientific journal*. 2020. № 40. С. 12–17.

13. Effect of bean perennial plants growing on soil heavy metal concentrations / Razanov S.F. et al. *Ukrainian Journal of Ecology*. 2018. № 8 (2). P. 294–300.

14. Цицюра Я.Г., Броннікова Л.Ф., Пелех Л.В. Ґрунтовий покрив Вінниччини: генезис, склад, властивості та напрями ефективного використання: монографія. Вінниця: ТОВ «Нілан-ЛТД», 2017. 452 с.

15. Клімат України – Український Гідрометцентр. URL: <https://meteo.gov.ua/ua/33562/climate/climate/>

16. ГОСТ 30178-96. Сировина і продукти харчові. Атомно-абсорбційний метод визначення токсичних елементів. 2010. 10 с.

17. ДСТУ 3233–95. Часник свіжий. Технічні умови. Вид. офіц. Київ: Держстандарт України. 1995. 36 с.

18. ДСТУ 7035:2009. Морква свіжа. Технічні умови. Вид. офіц. Київ: Держспоживстандарт України. 2010.

19. ДСТУ 343–91. Петрушка корневая свежая. Технические условия. Издание официальное. Киев: Госстандарт Украины. 1991. 8 с.

REFERENCES

1. Zakharchuk, O.V. (2018). Svitovui runok ovochiv ta misce Ukrainu [World vegetable market and the place of Ukraine]. *Agrosvit*, no. 3, pp. 3–7.

2. Antraptseva, N.M., Ponomareva, I.G. (2014). Poshuk shluahiv pidvushchennua uakosti ovochevoi produkty [Search for ways to improve the quality of vegetable products]. *Visnyk Kharkivs'kogo nacional'nogo agrarnogo universytetu* [Bulletin of Kharkiv National Agrarian University]. Kharkiv, no. 6, pp. 239–240.

3. Teryokhina, L.A., Yurlakova, O.M. (2017). Innovaciynuy shluah rozvutky v ovoshivnuctvi: materialy mizhnarodnoyi naukovo-praktychnoyi konferentsiyi Instytut ovochivnytstva i bashtanytstva NAAN [Innovative way of development in vegetable growing: proceedings of the international scientific-practical conference Institute of Vegetable and Melon NAAS]. *Pleiades*, pp. 102–104.

4. Kernasjuk, Ju. (2019). Efektyvne ovochivnyctvo v Ukraini [Effective vegetable growing in Ukraine]. *Agrobiznes s'ogodni* [Agribusiness today]. Available at: <http://agro-business.com.ua/agro/ekonomichnyi-hektar/item/13931-efektyvne-ovochivnytstvo-v-ukraini.html> (Accessed 6 January 2022).

5. Mogilnaya, O.M., Rud, V.P., Khareba, O.V. (2018). Priority of scientific directions of software manufacturing of small views of vegetable plants in Ukraine. *Vegetable and Melon Growing*, no. 64, pp. 75–88.

6. Yarovy, G.I., Romanov, O.V. (2017). Ovochivnyctvo: navchal'nyy posibnyk [Vegetable growing]. Kharkiv, KhNAU, 376 p.

7. Zymarojeva, A. (2020). Ocinka vplyvu klimatychnykh chynnykiv na prostorove variuvannya seredn'oi' vrozhajnosti ovochiv u vidkrytomu ґрунті v Poliss'kij ta Lisostepovij zonah Ukrainy [Assessment of the climatic factors influence on the spatial variation of the yield of vegetables at open ground in Polissya and Forest-steppe zones of Ukraine]. *Visnyk L'vivs'kogo nacional'nogo agrarnogo universytetu. Agronomija* [Bulletin of Lviv National Agrarian University. Agronomy], no. 24, pp. 107–116.

8. Marinescu, E. (2020). Assessment of heavy metals content in some medicinal plants and spices commonly used in Romania. *Farmacia*, no. 68 (6), pp. 1099–1105.

9. Razanov, S.F., Razanova, A.M., Àmons, S.E., Gutsol, G.V. (2021). Yield, chemical composition and the level of accumulation of heavy metals in the vegetative mass and seeds of milk thistle (*Silybum marianum* L.) in different types of organic fertilizer. *Ecology, environment and conservation*, no. 27 (4), pp. 1609–1617.

10. Rubezhnyak, I.G. (2016). Porivnyal'na otsinka normatyviv zabrudnennya ґруntiv vazhkymy metalamy v Ukrayini ta krayinakh EU [Comparative assessment of standards for soil pollution by heavy metals in Ukraine and EU countries]. *Naukovyy visnyk Natsional'noho universytetu bioresursiv i pryrodokorystuvannya Ukrayiny. Biolohiya, biotekhnolohiya, ekolohiya* [Scientific Bulletin of the National University of Life and Environmental Sciences of Ukraine. Biology, biotechnology, ecology], Issue 234, pp. 228–238.

11. Bondareva, O.B., Konovalenko, L.I., Miligula, O.M. (2012). Migracija ta nakopychennja svyncju i kadmiju u ґрунті i roslynah pid vplyvom dobryv [Migration and accumulation of lead and cadmium in soil and plants under the influence of fertilizers]. *Агроекологічний журнал* [Agroecological journal], no. 3, pp. 20–23.

12. Gucol, G.V. (2020). Monitoryng zabrudnennja vazhkymy metalamy ґруntiv sil'skogospodars'kogo pryznachennja Lisostepu Pravoberezhnoho [Monitor-

ing of heavy metals contamination of agricultural land of Rightbank Forest steppe]. Slovak international scientific journal. no. 40, pp. 12–17.

13. Razanov, S.F., Tkachuk, O.P., Mazur, V.A., Didur, I.M. (2018). Effect of bean perennial plants growing on soil heavy metal concentrations. Ukrainian Journal of Ecology. no. 8 (2), pp. 294–300.

14. Tsitsyura, Y.G., Bronnikova, L.F., Pelekh, L.V. (2017). Gruntovyy pokryv Vinnychchyny: henezys, sklad, vlastyivosti ta napryamy efektyvnoho vykorystannya [Soil cover of Vinnytsia region: genesis, composition, properties and directions of effective use]. Vinnytsia, LLC "Nilan-LTD", 452 p.

15. Klimat Ukrayiny – Ukrayins'kyi Hidrometsentr [Climate of Ukraine – Ukrainian Meteorological Center]. Available at: <https://meteo.gov.ua/en/33562/climate/climate/>

16. GOST 30178–96. Syrovyna i produkty kharchovi. Atomno-absorbtsiynyy metod vyznachennya toksychnykh elementiv [Raw materials and food products. Atomic absorption method for the determination of toxic elements]. Moscow, Standartinform Publ., 2010, 10 p.

17. DSTU 3233–95. Chasnyk svizhyy. Tekhnichni umovy [Fresh garlic. Specifications. Kind]. Kyiv, Derzhstandart, 1995, 36 p.

18. DSTU 7035: 2009. Morkva svizha. Tekhnichni umovy [Fresh carrots. Specifications. Kind]. Kyiv, Derzhstandart, 2010, 9 p.

19. DSTU 343–91. Petrushka kornevaya svezhaya. Tekhnicheskiye usloviya. Izdaniye ofitsial'noye [Fresh parsley root. Technical conditions. The official edition]. Kyiv, Derzhstandart, 1992, 6 p.

Features of the accumulation of heavy metals in vegetables for different periods of their cultivation

Razanov S., Vdovenko S., Piddubna A.

The article is aimed at studying the intensity of the accumulation of heavy metals (cadmium, copper, zinc) in vegetables of different growing seasons on

dark gray podzolized soils in the Tyvrovsky district of Vinnitsa region.

The results of studies on the study of the features of the accumulation of cadmium, zinc and copper in garlic, carrots and parsley, depending on the period of their vegetation, are presented. Varieties were selected for research: Lyubasha for garlic, Greta for carrots, and Naida for parsley. The period of sowing garlic, carrots and parsley was carried out throughout 2020–2021: in the autumn period – at the end of October and in the spring – the last decade of April. For the study, the vegetative mass of parsley, root crops of carrots and heads of winter garlic were used. The selection of vegetables was made by the method of point samples from each batch of autumn and spring sowing.

Based on the results of the analysis of primary sources, the dependence of vegetable crops on environmental factors, in particular, agro-climatic indicators, was determined; features of assimilation by vegetables during the growing season of the main nutrients (nitrogen, phosphorus, potassium); accumulation of heavy metals by plants. The article presents the results of our own field and laboratory research. It has been established that the content of cadmium, zinc and copper in garlic of the Lyubasha variety, carrot of the Greta variety and parsley of the Naida variety did not exceed the maximum allowable levels of DSTU-323395 for both autumn and spring sowing. It was found that the content and coefficient of accumulation and danger of cadmium in garlic, carrots and parsley during their spring sowing was higher, and zinc and copper were lower compared to similar vegetables in autumn sowing.

In general, the hazard coefficient of cadmium, zinc and copper in garlic, carrots and parsley grown in the experimental areas did not exceed 1.0, which indicates the safe content of these heavy metals in vegetables.

Key words: carrots, parsley, garlic, cadmium, zinc, copper, hazard coefficient, accumulation coefficient, concentration.



Copyright: Разанов С.Ф., Вдовенко С.А., Піддубна А.М. © This is an open-access article distributed under the terms of the Creative Commons Attribution License, which permits unrestricted use, distribution, and reproduction in any medium, provided the original author and source are credited.

ORCID iD:

Разанов С.Ф.

Вдовенко С.А.

<https://orcid.org/0000-0002-4883-2696>

<https://orcid.org/0000-0003-4991-7234>

